

橋脚と中間梁の接合部に着目した 2 層ラーメン構造のモデル化に関する検討

名古屋工業大学
(株)コムエンジニアリング
名古屋工業大学

学生員 ○太田 智久
正会員 土屋 智史
正会員 梅原 秀哲

1. はじめに

著者らは、兵庫県南部地震の被害を分析するために、COM3[®]を用いて、鉄筋コンクリートラーメン高架橋の 3 次元非線形動的解析を行ってきた。解析結果と実被害を比較することで、解析の精度について検討を行っているが、これまでの検討では、解析結果と実被害は、1 層ラーメン構造では比較的良く一致しているが、2 層ラーメン構造ではほとんど一致していない。2 層ラーメン構造の動的解析の結果を検討したところ、橋脚の変形の大部分が下層に集中しており、変形性状に問題があることが認められた。そこで、2 層ラーメン構造における橋脚と中間梁の接合部のモデル化について解析的に検討を行うこととした。

2. モデル化の検討

2.1 2 層ラーメン構造のモデル化の問題点

本研究における高架橋のモデル化は、橋脚や中間梁は線材要素、スラブは弾性立体要素で行っている。棒部材を線に置き換えることで、工学的に非線形動的解析を活用することを試みたものである。1 層ラーメン構造の場合には、この簡略的に扱うモデル化が、解析結果に及ぼす影響は小さかったと思われる。しかし、2 層ラーメン構造をモデル化する場合、橋脚と中間梁の接合部のような 3 次元形状を有する部材を簡略的に線材でモデル化を行う際には配慮が必要となる(図 1)。既往の検討では、橋脚と中間梁の接合部の回転を拘束することでモデル化を行っていたが、解析結果は、橋脚の変形の大部分が下層に集中し、上層ではほとんど変形していなかった。

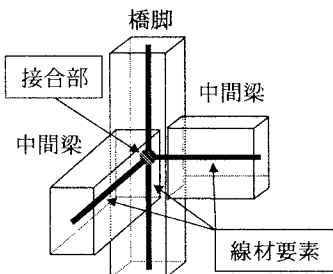


図 1 橋脚と中間梁の接合部

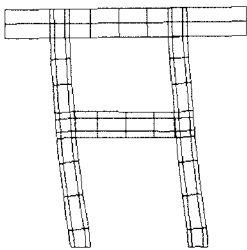


図 2 WCOMD による変形性状

ここでは、橋脚と中間梁の接合部に着目して、3 次元骨組み解析を行う際の 2 層ラーメン構造のモデル化について検討する。橋脚と中間梁の接合部について、線材要素を用いた数通りのモデル化を行い、形状効果(接合部拘束条件)が自動的に考慮される 2 次元有限要素解析 WCOMD による解析結果と比較することで、妥当性を確認することとする。WCOMD による変形性状は、図 2 に示した通りである。

表 1 検討方法

検討モデル	荷重
①拘束あり	静的解析(単調載荷) 動的解析(sin波)
②拘束なし	・載荷方向は橋軸直角方向とした
③剛域考慮	・sin波は最大加速度を 400gal で固定、周期を変化させた
④拔出し考慮	

2.2 検討方法

検討方法を表 1 に示す。橋脚と中間梁の接合部のモデル化に着目した 4 つのモデルと WCOMD との比較により検討を行う。モデルは、①橋脚と中間梁の接合部の回転拘束を考慮したモデル(以下、拘束あり;本検討における従来のモデル)、②橋脚と中間梁の接合部の回転拘束を考慮しないモデル(以下、拘束なし)、③橋脚と中間梁の接合部の回転拘束を考慮せず、かつ、橋脚と中間梁の接合部付近に塑性ヒンジが形成されないように剛域を設定したモデル(以下、剛域考慮;線材要素を用いたモデルで一般に適用されている)、④橋脚と中間梁の接合部の回転拘束を考慮せず、かつ、橋脚と中間梁の接合部に鉄筋の拔出し要素を挿入したモデル(以下、拔出し考慮)の 4 通りである。なお、④拔出し考慮は、接合部の挙動に着目することを主な目的としているので、橋脚

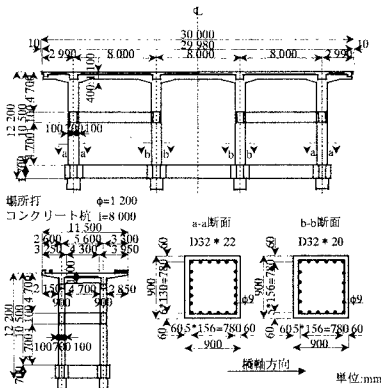


図 3 下食満 R11 高架橋構造図

基部・橋脚とスラブの接合部では考慮しない。

また、*WCOMD* による結果との比較によりモデル化の検討を行った後、妥当であると考えられるモデルと従来の①拘束ありについて、地震波による3次元動的解析を行い、解析結果を比較する。検討を行った解析対象高架橋を図3に示す。なお、*WCOMD* のモデル化は、3径間のうち、内側1径間の中から橋軸直角方向の1ラーメンを選択して行い(図2)、3次元骨組み解析 *COM3* のモデルは全て3次元なので、橋軸直角方向にのみ荷重を载荷して解析を行った。

3. 解析結果

3.1 *WCOMD* との比較

解析結果を図4に示す。図4は、静的解析では下層橋脚に作用するせん断力と橋脚の変形状を、また、動的解析では最大加速度400gal、周期0.5secのsin波で解析を行った時の下層橋脚に作用するせん断力の経時変化と最大変形時における橋脚の変形状を示している。図4より、①拘束ありは静的解析・動的解析いずれも他の4つのモデルと比較して挙動が異なっていることが分かる。逆に、②拘束なしは、③剛域考慮・*WCOMD* とほぼ同様の挙動が見られ、②拘束なしが他と比較して、簡単にしかつ妥当なモデルであると考えられる。また、②拘束なしと④抜出し考慮は同様の挙動をしており、今回の検討では、接合部における鉄筋の抜出しはほとんど影響を及ぼさないことが分かった。sin波による動的解析では、その他に周期のみを0.1、0.2、1.0、2.0、5.0、10.0secに変化させて解析を行っている。①拘束ありの解析結果は、その他のモデルの解析結果と比較すると、0.5secより短周期では、作用せん断力・変形状が異なっており、0.5secより長周期では、変形状が異なっていた。

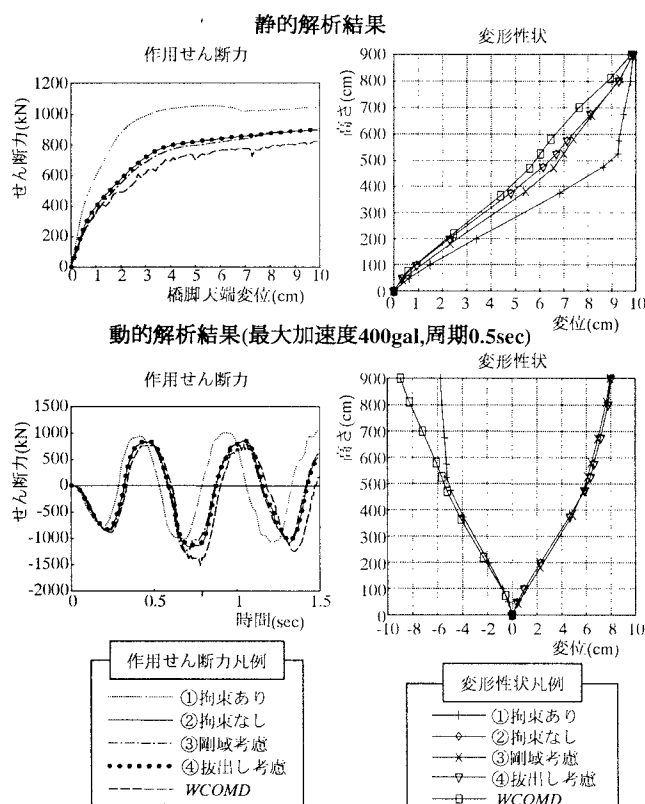


図4 解析結果(*WCOMD* との比較)

3.2 地震波による動的解析

地震波による動的解析は、①拘束ありと②拘束なしで行った。解析結果を図5に示す。図5は、下層橋脚に作用するせん断力とせん断耐力の経時変化、最大変形時における橋脚の変形状

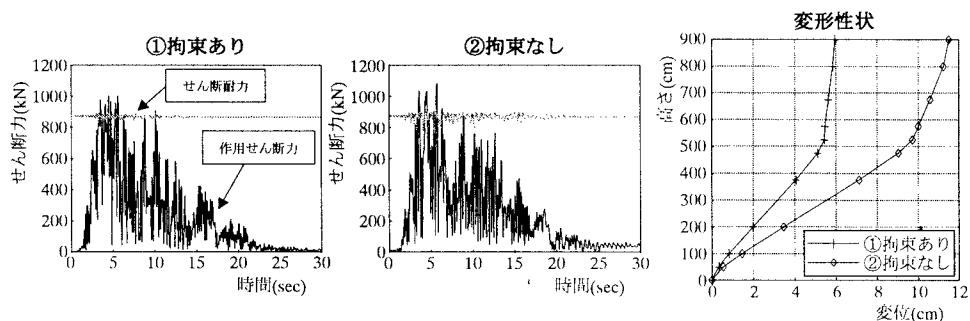


図5 解析結果(地震波による動的解析)

を示している。図5より、作用せん断力とせん断耐力の経時変化では、②拘束なしの方が①拘束ありと比較して作用せん断力が大きくなり、せん断耐力の変動が大きくなっていることが分かる。変形状では、②拘束なしは①拘束ありと大きく異なり、上層においても変形していることが分かる。

4. まとめ

3次元骨組み解析を行う場合の橋脚と中間梁の接合部のモデル化について、解析的に検討を行った。今後は、接合部のモデル化に十分配慮して2層ラーメン構造の解析を行う予定である。

【参考文献】1) Maekawa, K et al: Path-dependent three-dimensional constitutive laws of reinforced concrete -formulation and experimental verifications-, Structural Engineering Mechanics, Vol.5, No.6, pp.743-754, 1997.